

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-022033

(43)Date of publication of application : 23.01.1996

(51)Int.Cl.

G02F 1/136  
G02F 1/1333  
G02F 1/1343  
G09G 3/36

(21)Application number : 06-153363

(71)Applicant : CITIZEN WATCH CO LTD

(22)Date of filing : 05.07.1994

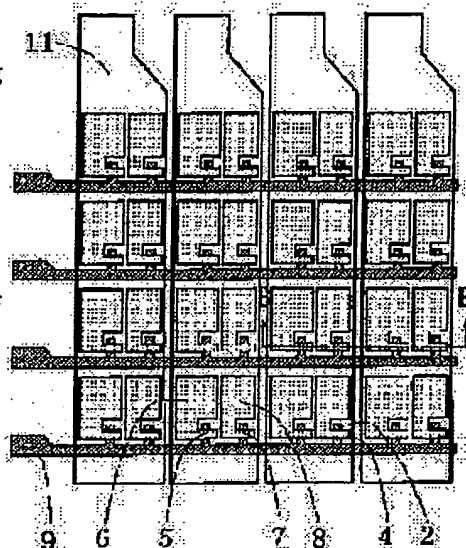
(72)Inventor : KANEKO YASUSHI

## (54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To obviate the inversion of a halftone contrast display even when a visual angle is inclined forward as the voltages impressed to respective display electrodes constituting one pixel vary, to obtain a high contrast as a nonlinear resistance element structure is Ta-Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-ITO and to obtain a specified display characteristic even if a photoetching stage fluctuates as the areas of the nonlinear resistance elements are constant.

**CONSTITUTION:** This liquid crystal display device has a first substrate having the nonlinear resistance elements consisting of first electrodes 2, nonlinear resistance layers and second electrodes 4 formed of indium tin oxide films, display electrodes and driving electrodes 9 and a second substrate having counter electrodes 11. The one pixel is composed of the one counter electrode 11, the plural display electrodes 6, 8 and the nonlinear resistance elements 5, 7 connected to these display electrodes 6, 8 and is so constituted that the areas of the display electrodes are the same and that the areas of the nonlinear resistance elements 5, 7 vary.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

24.05.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-22033

(43) 公開日 平成8年(1996)1月23日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F	1/136	5 1 0		
	1/1333			
	1/1343			
G 0 9 G	3/36			

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平6-153363

(22) 出願日 平成6年(1994)7月5日

(71) 出願人 000001960

シチズン時計株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目1番1号

(72) 発明者 金子 靖

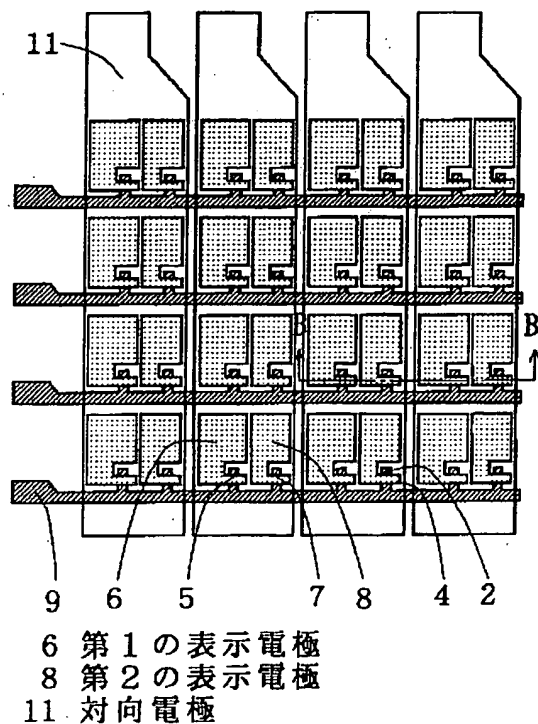
埼玉県所沢市大字下富野840番地 シ  
チズン時計株式会社技術研究所内

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【要約】

【構成】 第1の電極2と非線形抵抗層3と酸化インジウムスズ膜で設ける第2の電極4とからなる非線形抵抗素子と表示電極と駆動電極9を有する第1の基板1と、対向電極11を有する第2の基板10とを備え、1画素を1つの対向電極と、複数の表示電極と、表示電極へ接続する非線形抵抗素子とで構成し、かつ表示電極面積は同一で、非線形抵抗素子の面積が異なるように構成する。

【効果】 1画素を構成する各表示電極への印加電圧が異なるため、前方向に視角を傾けたときでも中間調表示が反転せず、非線形抵抗素子構造として、 $Ta-Ta_2O_5-I TO$ であるため高コントラストで、非線形抵抗素子面積が一定であるためフォトエッチング工程が変動しても、一定の表示特性が得られる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 の電極と非線形抵抗層と第 2 の電極とからなる非線形抵抗素子と表示電極と駆動電極とを有する第 1 の基板と、対向電極を有する第 2 の基板と、第 1 の基板と第 2 の基板との間に封入する液晶とを備え、1 画素を 1 つの対向電極と複数の表示電極と各表示電極に接続する非線形抵抗素子とで構成し、そしてそれぞれの非線形抵抗素子の面積は同一で、かつ表示電極の面積が異なるように構成し、非線形抵抗素子と表示電極との容量比が異なることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 2】 第 1 の電極と非線形抵抗層と第 2 の電極とからなる非線形抵抗素子と表示電極と駆動電極とを有する第 1 の基板と、対向電極を有する第 2 の基板と、第 1 の基板と第 2 の基板との間に封入する液晶とを備え、1 画素を 1 つの対向電極と複数の表示電極と各表示電極に接続する非線形抵抗素子とで構成し、そしてそれぞれの表示電極の面積は同一で、かつ非線形抵抗素子の面積が異なるように構成し、非線形抵抗素子と表示電極との容量比が異なることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 3】 第 1 の電極と非線形抵抗層と第 2 の電極とからなる非線形抵抗素子と表示電極と駆動電極とを有する第 1 の基板と、対向電極を有する第 2 の基板と、第 1 の基板と第 2 の基板との間に封入する液晶とを備え、1 画素を 1 つの対向電極と複数の大きさの異なる表示電極と各表示電極に接続する複数の大きさの異なる非線形抵抗素子とで構成し、そして面積の大きな表示電極には面積の小さい非線形抵抗素子を接続し、面積の小さな表示電極には面積の大きな非線形抵抗素子を接続し、非線形抵抗素子と表示電極との容量比が異なることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 4】 第 1 の基板に設ける第 2 の電極は、表示電極と同一材料である透明導電膜で構成することを特徴とする請求項 1、請求項 2、あるいは請求項 3 に記載の液晶表示装置。

【請求項 5】 第 1 の基板の非線形抵抗素子の上、あるいは第 1 の基板の非線形抵抗素子と表示電極上とは、絶縁膜を備えることを特徴とする請求項 1、請求項 2、請求項 3、あるいは請求項 4 に記載の液晶表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、アクティブマトリクス液晶表示パネルに適用する液晶スイッチング素子に用いられる金属-絶縁体-金属、あるいは金属-絶縁体-透明導電体構造（以下 MIM と記載する）を有する非線形抵抗素子をもつ液晶表示パネルの構造に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、液晶表示パネルを用いた液晶表示装置の表示容量は、大容量化の一途をたどっている。そして、単純マトリクス構成の表示装置にマルチプレクス駆動を用いる表示方式は、高時分割化するに従ってコン

トラストの低下、あるいは応答速度の低下が生じる。したがって、200 本程度の走査線をもつ表示装置では、十分なコントラストを得ることが難しくなる。

【0003】そこで、このような欠点を除去するために、個々の画素にスイッチング素子を設けるアクティブマトリクス方式の液晶表示パネルが採用されてきている。

【0004】このアクティブマトリクス方式の液晶表示パネルには、スイッチング素子として、薄膜トランジスタ (TFT) を用いる三端子系と、非線形抵抗素子を用いる二端子系とがある。そして、これらのなかでは構造や製造方法が簡単な点で、二端子系が優れている。

【0005】この二端子系には、ダイオード型や、バリスタ型や、MIM 型などが開発されている。このうち、MIM 型はとくに構造が簡単で、そのうえ製造工程が短いという特徴を備えている。

【0006】図 6 は、非線形抵抗素子を用いた従来の MIM 型液晶表示装置の構成を示す平面図である。さらに図 7 は、図 6 の平面図における A-A 線での断面を示す断面図である。以下図 6 と図 7 とを交互に用いて従来技術を説明する。

【0007】第 1 の基板 31 上には、第 1 の電極 32 を設け、この第 1 の電極 32 上に、非線形抵抗層 33 を設ける。さらに第 2 の電極 34 を非線形抵抗層 33 上にオーバーラップするように設けて、非線形抵抗素子 30 を構成している。この第 2 の電極 34 の一部は、表示電極 35 を兼ねている。

【0008】そして第 2 の基板 36 には、表示電極 35 と対向するように対向電極 39 を設けている。

【0009】第 1 の基板 31 上に設ける第 1 の電極 32 は、図 6 の平面図に示すように、通常は第 1 の電極 32 と同一材料で形成する駆動電極 38 と接続し、表示電極 35 とは一定の間隔寸法を隔てて配置している。

【0010】表示電極 35 は、対向電極 39 と重なり合うように配置することにより、液晶表示パネルの 1 画素を構成する。

【0011】さらに第 1 の基板 31 と第 2 の基板 36 とは、液晶 41 の分子を規則的に並べるための処理層として、それぞれ配向膜 40、40 を設ける。

【0012】さらにそのうえスペーサー 42 によって、第 1 の基板 31 と第 2 の基板 36 とを所定の間隔をもって対向させ、第 1 の基板 31 と第 2 の基板 36 との間には、液晶 41 を封入する。

【0013】駆動電極 38 に走査信号を印加するとき、対向電極 39 にデータ信号を印加することによって、表示電極 35 を所望の明るさに制御することができる。

【0014】また逆に、対向電極 39 に走査信号を印加し、駆動電極 38 にデータ信号を印加しても、表示電極 35 を所望の明るさに制御することが可能である。

【0015】書込み時に駆動電極38と対向電極39の間に印加する書込み電圧 $V_{in}$ のうち、非線形抵抗素子30に印加する電圧 $V_{mim}$ は、表示電極35の容量 $C_{lc}$ を非線形抵抗素子30の容量 $C_{mim}$ で除した値である容量比 $CR$ を用い、 $V_{mim} = V_{in} \times CR / (1 + CR)$ で決定される。

【0016】非線形抵抗素子30の抵抗は、印加電圧が高いほど低くなるため、容量比 $CR$ が大きいと $V_{mim}$ が大きくなり、非線形抵抗素子30は低抵抗になり、液晶にデータ信号を有効に書込むことができる。

【0017】書込み終了後の保持時には、表示電極35と対向電極39間の液晶41に保持する電圧 $V_{lc}$ は、 $C_{lc}$ と $C_{mim}$ の容量結合により $\Delta V$ だけ電圧降下し、 $\Delta V = V_{in} / (1 + CR)$ で示される。

【0018】したがって、容量比 $CR$ が大きいほど $\Delta V$ が小さくなる。その結果、液晶41に保持する電圧 $V_{lc}$ は大きくできる。その後、つぎの書込みまで、液晶41に保持する電圧 $V_{lc}$ は液晶容量 $C_{lc}$ により保持される。

【0019】

【発明が解決しようとする課題】ところで、従来の液晶表示パネルは、液晶41の配向状態が第1の基板31と第2の基板36の間で80〜100度ねじれた状態にあるツイストネマティック(TN)モードである。このTNモードの液晶表示パネルは、この液晶表示パネルを前後左右に傾けて見たときの明るさが変わり、視角特性が悪い。

【0020】図8に従来例の液晶表示パネルの前後方向の表示特性を示す。横軸は表示電極35と対向電極39間への印加電圧を示し、縦軸は透過率を示す。90°ツイストのTNモードの液晶表示パネルに、上下の偏光板を90°直交する状態で設置し、ノーマリ白モードのときである。

【0021】図8のグラフの実線Lは、液晶表示パネルを正面から見たときの透過率-電圧特性を示し、実線Mは前方向に40°傾けたときの透過率-電圧特性を示し、実線Nは後方向に40°傾けたときの透過率-電圧特性を示す。

【0022】正面で、黒表示を出すためにはV1の電圧を印加すればよく、白表示を出すためにはV3の電圧を印加し、中間調の灰色表示をするためにはV2の電圧を印加する。

【0023】灰色表示と黒表示とを表示した状態で、液晶表示パネルを後方向に40°傾けると、黒表示は実線Lと直線V1の交点から、実線Nと直線V1の交点へ変わり明るくなる。これに対して、灰色表示は実線Lと直線V2の交点から、実線Nと直線V2への交点へ変わり、かなり白くなりコントラストが低下する。

【0024】これとは反対に、液晶表示パネルを前方向に40°傾けると、黒表示は実線Lと直線V1の交点か

ら、実線Mと直線V1の交点へ変わり明るくなるが、灰色表示は実線Lと直線V2の交点から、実線Mと直線V2への交点へ変わり、逆に黒くなり、黒と灰色表示の反転が生じる。このため、著しく表示品質が低下するという問題点が発生する。

【0025】この視角特性を改善する手段として、特開平5-53150号公報に開示されている手段がある。この公報には、1画素を複数の表示電極とその表示電極に接続する非線形抵抗素子で構成し、しかも表示電極と非線形抵抗素子の容量比を異なるように構成することが記載されている。

【0026】特開平5-53150号公報で図1として記載されている図面を、90°回転した形で転記した図9を用いて、この公報に記載の液晶表示装置の構成を説明する。

【0027】1画素を1つの対向電極51と、第1の表示電極54と第2の表示電極55とで構成する。しかも、第1の表示電極54と第1の非線形抵抗素子58の面積比と、第2の表示電極55と第2の非線形抵抗素子59との面積比を変える。

【0028】したがって、第1の表示電極54と第1の非線形抵抗素子58との容量比と、第2の表示電極55と第2の非線形抵抗素子59の容量比が異なり、同一のデータ信号で書込んでも、第1の表示電極54と第2の表示電極55の駆動電圧が変わるようになる。

【0029】図5のグラフを使用して、液晶表示装置で視角特性が改善される作用を説明する。図5の横軸は駆動電極50と対向電極51間に印加する電圧を示し、縦軸は液晶表示装置の透過率を示す。

【0030】実線Xは、容量比 $CR = \text{表示電極容量 } C_{lc} / \text{非線形抵抗素子容量 } C_{mim}$ の大きな第2の表示電極55のときの前方向に40°傾けた電圧-透過率曲線を示し、実線Yは、容量比の小さな第1の表示電極54のときの前方向に40°傾けた電圧-透過率特性を示す。

【0031】容量比の小さい第1の表示電極54では、書込み時の非線形抵抗素子への印加電圧が低くなり、非線形抵抗素子の抵抗が充分小さくならず、書込み効率が低下する。さらに、保持時の電圧降下量 $\Delta V$ も大きくなるため、容量比の高い表示電極に比べて高電圧を印加しなくてはならないため、実線Yは実線Xよりも高電圧側へ移動する。

【0032】画素の明るさは、複数の表示電極の平均となる。平均の電圧-透過率曲線を破線Zで示す。正面から見て黒表示の印加電圧V1と灰色表示のV2を印加するとき、実線Xでは黒灰の反転が起きているが、破線Zでは、黒灰反転はおきず、前方向の視角特性が改善される。

【0033】しかしながら、図5の破線Zの急峻性が、実線Xの急峻性よりも低下していることからわかるよ

うに、正面の電圧-透過率曲線 L の急峻性も低下する。このため、黒表示をするためには、図 8 における電圧 V1 以上の電圧が必要となり、非線形抵抗素子の駆動能力として、V1-V3 よりも、さらに大きな駆動能力が必要になる。

【0034】MIM素子の駆動能力は、素子構造や素子構成や素子材料や製造条件により決定されるが、最も影響が大きいのは素子材料である。

【0035】さきの特開平 5-053150 号公報で使用する非線形抵抗素子は、図 9 に示すように第 1 の電極 52 と、第 1 の電極 52 を陽極酸化して設ける非線形抵抗層と、第 2 の電極 56 と第 2 の電極 57 とで構成している。

【0036】この公報中では、詳細には記載されていないが、第 2 の電極 56、57 と表示電極 54、55 の材質が異なっているのは明白である。そして、第 2 の電極 56、57 としては、クロム (Cr) などの金属膜が使用されていると推定される。

【0037】第 1 の電極 52 としてタンタル (Ta) 膜を用いて、 $Ta-Ta_2O_5-Cr$  の素子材料で形成する非線形抵抗素子は駆動能力が少ない。このため、充分大きな駆動電圧を印加することができず、表示コントラストが低下するために、視角特性が改善されても、実用化が難しい。

【0038】またさらに、特開平 5-53150 号公報の図 1、図 5、図 6 のいずれにおいても、面積の大きな表示電極には面積の大きな非線形抵抗素子を、面積の小さな表示電極には面積の小さな非線形抵抗素子を接続している。

【0039】したがって、表示電極と非線形抵抗素子との面積比の変化量が少なくなっており、容量比の差も少なくなり、表示電極間の駆動電圧差を大きくすることは困難であるといわざるをえない。

【0040】さらに、非常に小さな第 2 の非線形抵抗素子 59 を使用しているため、非線形抵抗素子を形成するフォトリソグラフィ工程でのオーバーエッチングやアンダーエッチングによる面積比の変動を受ける確率が、第 1 の非線形抵抗素子 58 よりも第 2 の非線形抵抗素子 59 の方が大きい。このために、駆動電圧が基板毎に変動する。

【0041】本発明の目的は、駆動能力の大きな MIM 素子と、表示電極と非線形抵抗素子との容量比が大きく異なる複数の表示電極を用いて、液晶表示パネルを前方向へ傾けたときに発生する黒と灰色表示の反転を押さえ、良好な視角特性を有し、しかもコントラストも充分な液晶表示装置の構造を提供することである。

【0042】さらに本発明の目的は、フォトリソグラフィ工程でのオーバーエッチングやアンダーエッチングがあっても、複数の表示電極の駆動電圧差があまり変化せず、常に一定の表示特性が得られる液晶表示装置の構造

を提供することである。

【0043】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の液晶表示装置は、第 1 の電極と非線形抵抗層と第 2 の電極とからなる非線形抵抗素子と表示電極と駆動電極とを有する第 1 の基板と、対向電極を有する第 2 の基板と、第 1 の基板と第 2 の基板との間に封入する液晶とを備え、1 画素を 1 つの対向電極と複数の表示電極と各表示電極に接続する非線形抵抗素子とで構成し、そしてそれぞれの非線形抵抗素子の面積は同一で、かつ表示電極の面積が異なるように構成し、非線形抵抗素子と表示電極との容量比が異なることを特徴とする。

【0044】また本発明の液晶表示装置は、第 1 の電極と非線形抵抗層と第 2 の電極とからなる非線形抵抗素子と表示電極と駆動電極とを有する第 1 の基板と、対向電極を有する第 2 の基板と、第 1 の基板と第 2 の基板との間に封入する液晶とを備え、1 画素を 1 つの対向電極と複数の表示電極と各表示電極に接続する非線形抵抗素子とで構成し、そしてそれぞれの表示電極の面積は同一で、かつ非線形抵抗素子の面積が異なるように構成し、非線形抵抗素子と表示電極との容量比が異なることを特徴とする。

【0045】また本発明の液晶表示装置は、第 1 の電極と非線形抵抗層と第 2 の電極とからなる非線形抵抗素子と表示電極と駆動電極とを有する第 1 の基板と、対向電極を有する第 2 の基板と、第 1 の基板と第 2 の基板との間に封入する液晶とを備え、1 画素を 1 つの対向電極と複数の表示電極と各表示電極に接続する複数の表示電極と各表示電極に接続する複数の表示電極と異なる非線形抵抗素子とで構成し、そして面積の大きな表示電極には面積の小さい非線形抵抗素子を接続し、面積の小さな表示電極には面積の大きな非線形抵抗素子を接続し、非線形抵抗素子と表示電極との容量比が異なることを特徴とする。

【0046】さらにまた本発明の液晶表示装置は、第 1 の基板に形成する第 2 の電極は、表示電極と同一材料である透明導電膜で構成することを特徴とする。

【0047】またさらに本発明の液晶表示装置は、第 1 の基板の非線形抵抗素子の上、あるいは第 1 の基板の非線形抵抗素子と表示電極上には、絶縁薄膜を備えることを特徴とする。

【0048】

【作用】本発明の液晶表示装置の画素構造は、1 画素を非線形抵抗素子容量と表示電極容量との容量比が異なる複数の画素に分割した構造となり、容量比が異なっている。このため、同一のデータ信号で書込んでも、それぞれの表示電極への印加電圧が変わるようになり、電圧-透過率特性がなだらかなり、視角特性を改善することができる。

【0049】さらに、1 画素を構成する複数の表示電極と、表示電極に接続する非線形抵抗素子とは、非線形抵

抗素子の面積を一定にして、そして表示電極の面積のみを異なるようにする。このことで、従来例よりも容量比の変化率を大きくすることができ、視角特性の改善効果が大きくすることができる。

【0050】さらに、フォトエッチング工程におけるオーバーエッチングやアンダーエッチングが生じて、非線形抵抗素子の面積が同じである。このために、容量比の変動率が少なく、常に一定の表示特性が得られる。

【0051】さらに、第2の電極材料に表示電極と同一材料である透明導電膜である酸化インジウムスズ膜を用いて、 $Ta-Ta_2O_5-ITO$ の素子構造にする。このことで、MIM素子の駆動能力が向上し、コントラストを低下させずに視角特性を改善することができる。

【0052】

【実施例】以下に本発明の実施例における液晶表示装置の構成を、図面を使用して説明する。

【0053】図1は、本発明の第1の実施例における液晶表示装置の構造を示す平面図である。図2は、図1の平面図のB-B線における断面を示す断面図である。以下、図1と図2とを交互に用いて本発明の第1の実施例の液晶表示装置の構成を説明する。

【0054】第1の基板1上には、タンタル(Ta)膜からなる第1の電極2を設ける。さらにこの第1の電極2上には、第1の電極2を陽極酸化処理して設ける酸化タンタル( $Ta_2O_5$ )膜からなる非線形抵抗層3を設ける。

【0055】さらに非線形抵抗層3上に、透明導電膜として酸化インジウムスズ(ITO)膜からなる第2の電極4を設ける。

【0056】この第1の電極2と非線形抵抗層3と第2の電極4とによって、MIM構造の第1の非線形抵抗素子5と第2の非線形素子7とを構成している。

【0057】なお図1の平面図に示すように、第2の電極4の一部領域は、第1の表示電極6と第2の表示電極8を兼ねている。また、第1の電極2はタンタル膜からなる駆動電極9に接続している。

【0058】第1の表示電極6と第2の表示電極8との面積は異なるように構成している。本発明の実施例においては、第1の表示電極6の面積は、第2の表示電極8よりおよそ30%大きくなるように構成している。

【0059】さらに第2の基板10には、第1の表示電極6と第2の表示電極8と対向するように、酸化インジウムスズ膜からなる対向電極11を設ける。

【0060】第1の表示電極6と第2の表示電極8とは、それぞれ対向電極11と重なり合うように配置することにより、第1の表示電極6と第2の表示電極8との2つで液晶表示装置の1画素となり、所定の表示を行う。

【0061】さらに第1の基板1と第2の基板10とは、液晶13の分子を規則的に並べるための処理層とし

て、それぞれ配向膜12、12を設ける。さらにそのうえスペーサー14によって、第1の基板1と第2の基板10とを所定の間隔をもって対向させ、そしてこの第1の基板1と第2の基板10との間には、液晶13を封入している。

【0062】つぎに以上説明した本発明の第1の実施例における液晶表示装置による、動作について説明する。

【0063】本発明の第1の実施例では、4型の白黒液晶表示装置を用いる。表示部の対角10cmで横640画素×縦240画素、画素ピッチは横 $125\mu m$ ×縦 $240\mu m$ である。

【0064】第1の表示電極6は横 $65\mu m$ ×縦 $200\mu m$ で、第2の表示電極8は横 $45\mu m$ ×縦 $200\mu m$ 、第1の非線形抵抗素子5と第2の非線形抵抗素子7の面積は $3\mu m \times 3\mu m$ 、液晶ギャップは $4\mu m$ である。

【0065】非線形抵抗層3は、約 $0.07\mu m$ と薄く、誘電率は $25 \sim 30$ と液晶の誘電率 $3 \sim 5$ と比較して $5 \sim 10$ 倍も大きい。このため、第1の表示電極6と第1の非線形抵抗素子5の容量比は約4で、第2の表示電極8と第2の非線形抵抗素子7の容量比は約3となる。

【0066】したがって、書込時に第1の非線形抵抗素子5に印加される電圧 $V_{mim1}$ は $4/5V_{in}$ となり、第2の非線形抵抗素子7に印加される電圧 $V_{mim2}$ は $3/4V_{in}$ となり、 $V_{mim2} = V_{mim1} \times 15/16$ となる。

【0067】駆動電極9と対向電極11間の印加電圧 $V_{in}$ として、およそ10V印加したとき、第1の表示電極6と第2の表示電極8との間に約0.5Vの電圧差が発生する。

【0068】図5において、実線Xは容量比4の第1の表示電極6における前方向に $40^\circ$ 傾けた電圧-透過率特性を示し、実線Yは容量比3の第2の表示電極8における前方向に $40^\circ$ 傾けた電圧-透過率特性を示す。

【0069】画素の明るさは、2つの表示電極の平均となり、平均の電圧-透過率曲線を破線Zで示す。正面から見て黒表示の印加電圧 $V_1$ と灰色表示の $V_2$ を印加するとき、実線Xでは黒灰の反転が起きているが、本発明の特性を示す破線Zでは、黒灰反転は発生せず、前方向の視角特性が改善されている。

【0070】第1の非線形抵抗素子5と第2の非線形抵抗素子7として、 $Ta-Ta_2O_5-ITO$ の材料を用いているために、MIM素子の駆動能力が高く、十分なコントラスト特性も得ることができる。

【0071】本発明の第1の実施例では、さらに、第1の非線形抵抗素子5と第2の非線形抵抗素子7の面積を一定にして、そして第1の表示電極6と第2の表示電極8との表示電極の面積のみを異なるように構成する。このことで、従来例よりも容量比の変化率を大きくでき、

視角特性の改善効果が大きくすることができる。

【0072】さらに、フォトエッチング工程におけるオーバーエッチングやアンダーエッチングが生じ、非線形抵抗素子面積が変化しても、第1の非線形抵抗素子5と第2の非線形抵抗素子7の面積は同じである。このために、第1の表示電極6と第2の表示電極8の電圧差の変化は少なく、常に一定の表示特性が得られる。

【0073】つぎに、本発明における第1の実施例の液晶表示装置の製造方法について、図1と図2を用いて簡単に説明する。

【0074】第1の基板1には、アルカリ金属の含有率の少ないガラスがよく、本発明の第1の実施例では、日本電気硝子製の商品名OA2を用い、厚さ1.1mmのものを使用する。

【0075】つぎに、第1の基板1に第1の電極2と駆動電極9の材料として、全面に厚さ0.1~0.3 $\mu$ mのタンタル膜をスパッタリング法や真空蒸着法により形成する。その後、エッチングガスとしてSF<sub>6</sub>とヘリウムと酸素の混合ガスを用いたドライエッチングによりタンタル薄膜をパターンニングし、第1の電極2と駆動電極9を形成する。駆動電極9の配線線幅は20 $\mu$ mで、第1の電極2の非線形素子部線幅3 $\mu$ mとする。

【0076】つぎに、クエン酸やほう酸アンモニウムなどの陽極酸化液を満した陽極酸化槽に第1の基板1を浸漬し、30V~50Vの直流電圧を印加して、陽極酸化処理により厚さ0.05~0.1 $\mu$ mの酸化タンタル(Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)膜からなる非線形抵抗層3を形成する。

【0077】さらに、第2の電極4の材料と表示電極との材料として、全面に透明導電膜である酸化インジウムスズ膜をスパッタリング法や真空蒸着法により厚さ0.1から0.3 $\mu$ mに設け、フォトエッチング処理により、第2の電極4と第1の表示電極6と第2の表示電極8を設ける。本発明の第1の実施例では、塩化第2鉄と塩酸の混合溶液を用いて酸化インジウムスズ膜のエッチングを行い、第2の電極4の線幅は3 $\mu$ mとする。

【0078】つぎに、第2の基板10の製造方法について説明する。第2の基板10も、第1の基板1と同一のガラス基板を用い、対向電極11の材料として、厚さ0.1から0.4 $\mu$ mの酸化インジウムスズ膜をスパッタリング法や真空蒸着法により設け、フォトエッチングにより対向電極11を設ける。

【0079】第1の基板1と第2の基板10の両基板に配向膜12を印刷法で形成後、ラビング処理を行い、スペーサー14を挟んで、エポキシ系接着材で両基板を所定の間隔で張り合わせ、液晶13を注入する。

【0080】そして第1の基板1と第2の基板10との外側に偏光板を偏光軸が90°に交差するように張り付けて、ノーマリー白モードのMIM方式アクティブマトリクス液晶表示装置となる。

【0081】本発明の第1の実施例では、液晶13は、

フッ素系で $\Delta n = 0.13$ の材料を用い、セルギャップは4 $\mu$ mにする。

【0082】本発明の実施例における4型のMIM方式の白黒液晶表示装置は、正面でも充分なコントラスト特性をもち、さらに前後方向に傾けたときの視角特性が改善され、中間階調の反転のない良好な表示品質が得られている。またさらに、左右方向に傾けたときの視角特性は、数値上では従来と変わらないが、目視時は上下視野角の成分が含まれるので、従来より広く見える。

【0083】本発明の第1の実施例においては、好ましくは第1の基板1の第1の非線形抵抗素子5と第2の非線形抵抗素子7の上、あるいは第1の基板1の第1の非線形抵抗素子5と第2の非線形抵抗素子7と第1の表示電極6と第2の表示電極8の上に、スパッタリング法を用いて厚さ0.1~0.5 $\mu$ mの2酸化シリコンや酸化タンタルの絶縁膜を設ける。この絶縁膜は、第1の非線形抵抗素子5および第2の非線形抵抗素子7と液晶13の相互作用を取り除く。このことで、焼き付き現象が低減し、さらに高品質の表示画像を提供することができる。

【0084】本発明の第1の実施例では、1画素を2組の非線形抵抗素子と表示電極で構成したが、3組以上の非線形抵抗素子と表示電極で構成することも可能である。

【0085】つぎに、本発明の液晶表示装置における第2の実施例を図3と図4とを用いて説明する。図4は、本発明の第2の実施例の構成を示す断面図で、図3の平面図のC-C線における断面を示している。以下、図3と図4とを交互に用いて本発明の第2の実施例における液晶表示装置の構成を説明する。

【0086】第1の基板1上には、タンタル(Ta)膜からなる第1の電極2を設け、さらにこの第1の電極2上には、第1の電極2を陽極酸化処理して設ける酸化タンタル(Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)膜からなる非線形抵抗層3を設ける。

【0087】さらに非線形抵抗層3上に透明導電膜として、酸化インジウムスズ(ITO)膜からなる第2の電極4を設ける。

【0088】この第1の電極2と非線形抵抗層3と第2の電極4とによって、MIM構造の第1の非線形抵抗素子5と第2の非線形素子7などを設ける構成としている。

【0089】なお図3の平面図に示すように、第2の電極4の一部領域は、第1の表示電極6と第2の表示電極8を兼ねている。また、第1の電極2はタンタル膜からなる駆動電極9に接続している。

【0090】本発明の第2の実施例では第1の表示電極6の面積と、第2の表示電極8の面積は同じである。しかしながら、第1の非線形抵抗素子5を構成する第1の電極2の線幅は3 $\mu$ m、第2の非線形抵抗素子7を構成する第1の電極2の線幅は4 $\mu$ mと第1の電極2の線幅

寸法を異なるように構成する。

【0091】さらに第2の基板10には、クロム膜を図3で右下がり斜線で示す形状にパターンニングして形成するブラックマトリクス15を設ける。さらに、表示部にカラーフィルター16、17を設ける。

【0092】カラーフィルター16、17の上に、アクリル系樹脂からなる絶縁膜18を設ける。さらに第1の表示電極6と第2の表示電極8とに対向するように、酸化インジウムスズ膜からなる対向電極11を設ける。

【0093】第1の表示電極6と第2の表示電極8とは、対向電極11と重なり合うように配置する。このことにより、第1の表示電極6と第2の表示電極8との両方で液晶表示パネルの1画素となり、所定の表示を行う。

【0094】さらに第1の基板1と第2の基板10とは、液晶13の分子を規則的に並べるための処理層として、それぞれ配向膜12、12を設ける。さらにそのうえスペーサー14により、第1の基板1と第2の基板10とを所定の間隔をもって対向させる。そして、第1の基板1と第2の基板10との間には、液晶13を封入し

【0095】つぎに、本発明の第2の実施例における液晶表示装置による動作について説明する。

【0096】本発明の第2の実施例では、4型のカラー液晶表示装置を用いる。表示部の対角10cmで横640画素×縦240画素、画素ピッチ寸法は、横125μm×縦240μmである。

【0097】第1の表示電極6と第2の表示電極8は、横55μm×縦200μmと同一であるが、第1の非線形抵抗素子5の第1の電極2の線幅は3μm、第2の電極4の線幅は3μmで、面積は9μm<sup>2</sup>、第2の非線形抵抗素子7の第1の電極2の線幅は4μm、第2の電極4の線幅は3μmで、面積は12μm<sup>2</sup>となる。液晶ギャップは4μmである。

【0098】非線形抵抗層3は、約0.07μmと薄く、誘電率は25~30と液晶の誘電率3~5と比較して5~10倍も大きい。

【0099】このため、第1の表示電極6と第1の非線形抵抗素子5の容量比は約4で、第2の表示電極8と第2の非線形抵抗素子7の容量比は約3となる。

【0100】したがって、書込時に第1の非線形抵抗素子5に印加する電圧V<sub>mim1</sub>は4/5V<sub>in</sub>となり、第2の非線形抵抗素子7に印加する電圧V<sub>mim2</sub>は3/4V<sub>in</sub>となり、V<sub>mim2</sub>=V<sub>mim1</sub>×15/16となる。

【0101】駆動電極9と対向電極11間の印加電圧V<sub>in</sub>として、およそ10V印加したとき、第1の表示電極6と第2の表示電極8との間に約0.5Vの電圧差が発生する。

【0102】図5において、実線Xは容量比4の第1の

表示電極6における前方向に40°傾けた電圧-透過率特性を示し、実線Yは容量比3の第2の表示電極8における前方向に40°傾けた電圧-透過率特性を示す。

【0103】画素の明るさは、複数の表示電極の平均となり、平均の電圧-透過率曲線を破線Zで示す。正面から見て黒表示の印加電圧V<sub>1</sub>と灰色表示のV<sub>2</sub>を印加するとき、実線Xでは黒灰の反転が起きているが、本発明の特性を示す破線Zでは、黒灰反転はおきず、前方向の視角特性が改善している。

【0104】第1の非線形抵抗素子5と第2の非線形抵抗素子7として、Ta-Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-ITOの材料を用いているために、MIM素子の駆動能力が高く、充分なコントラスト特性も得ることができる。

【0105】さらに、第1の表示電極6と第2の表示電極8の面積を一定にして、第1の非線形抵抗素子7と第2の非線形抵抗素子7の面積のみを異なるように構成している。このことで、従来例よりも容量比の変化率を大きくでき、視角特性の改善効果が大きくすることができる。

【0106】さらに、表示電極形成工程におけるオーバーエッチングやアンダーエッチングが生じ、表示電極面積が変化しても、第1の表示電極6と第2の表示電極8の面積が同じである。このために、第1の表示電極6と第2の表示電極8の電圧差の変化は少なく、常に一定の表示特性が得られる。

【0107】非線形抵抗素子形成工程におけるオーバーエッチングやアンダーエッチングが生じ、非線形抵抗面積が変化しても、従来例よりも第1の非線形抵抗素子5と第2の非線形抵抗素子7の面積差が少ない。このため、第1の表示電極6と第2の表示電極8の電圧差の変化は少なくなり、一定の表示特性が得られる。

【0108】つぎに、本発明における第2の実施例の液晶表示装置の製造方法について、図3と図4を用いて簡単に説明する。

【0109】第1の基板1には、アルカリ金属の含有率の少ないガラスがよく、本発明の第2の実施例では、日本電気硝子製の商品名OA2を用い、厚さ1.1mmのものを使用する。

【0110】つぎに、第1の基板1に、第1の電極2と駆動電極9の材料として、全面に厚さ0.1~0.3μmのタンタル膜をスパッタリング法や真空蒸着法により設ける。その後、エッチングガスとしてSF<sub>6</sub>とヘリウムと酸素の混合ガスを用いたドライエッチングにより、タンタル膜をパターンニングして、第1の電極2と駆動電極9とを設ける。ここで駆動電極9の配線線幅は20μmで、第1の非線形抵抗素子5の第1の電極2の線幅は3μmで、第2の非線形抵抗素子7の第1の電極2の線幅は4μmである。

【0111】つぎに、クエン酸やほう酸アンモニウムなどの陽極酸化液を滴した陽極酸化槽に第1の基板1を



浸漬し、30V～50Vの直流電圧を印加して、陽極酸化処理により厚さ0.05～0.1μmの酸化タンタル(Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)膜からなる非線形抵抗層3を設ける。

【0112】さらに、第2の電極4の材料と表示電極の材料として、全面に透明導電膜である酸化インジウムスズ膜をスパッタリング法や真空蒸着法により厚さ0.1から0.3μmに設ける。そして、フォトエッチング処理によって、第2の電極4と第1の表示電極6と第2の表示電極8を設ける。本発明の実施例では、塩化第2鉄と塩酸の混合溶液を用いてエッチングを行う。なお、第2の電極4の線幅は3μmとする。

【0113】つぎに、第2の基板6の製造方法について説明する。第2の基板10も、第1の基板1と同一のガラス基板を用い、その全面に厚さ0.1～0.2μmのクロム膜をスパッタリング法や真空蒸着法で形成する。その後、硝酸セリウムアンモニウムと過塩素酸の混合溶液を用いてクロム膜をフォトエッチングして、ブラックマトリクス15とする。

【0114】その後、全面に回転塗布法を用いて、ゼラチンやカゼインなどの感光性有機材料を形成する。そして、乾燥処理後、フォトエッチングを行い、第2の基板10を染色槽に含浸して染色し、固着槽に含浸して固着することにより、厚さ1μmの緑のカラーフィルター16を設ける。この工程を3回繰り返す、青のカラーフィルター17と赤のカラーフィルター(図示せず)とを設ける。

【0115】カラーフィルター16、17上に、絶縁膜18の材料として、回転塗布法を用いて、アクリル系の有機材料を形成後、温度150～200℃の熱処理を行って、有機材料を硬化させて、厚さ2～5μmの絶縁膜18を設ける。

【0116】つぎに、対向電極11の材料として、厚さ0.2～0.4μmの酸化インジウムスズ膜を低温スパッタリング法により設け、フォトエッチングにより対向電極11を設ける。

【0117】第1の基板1と第2の基板10との両基板に配向膜12を印刷法で形成後、ラビング処理を行い、スペーサー14を挟んで、エポキシ系接着材で両基板を所定の間隔で張り合わせ、液晶13を注入する。

【0118】両基板の外側に偏光板を偏光軸が90°に交差するように張り付けて、ノーマリー白モードのMIM方式アクティブマトリクス液晶表示装置となる。

【0119】本発明の実施例では、液晶13は、フッ素系でΔn=0.13の材料を用い、セルギャップは4μmにする。

【0120】本発明の第2の実施例の4型のMIM方式カラー液晶表示装置は、正面でも充分なコントラスト特性をもち、さらに、前後方向に傾けたときの視角特性を改善することができ、中間階調の反転のない良好な表示品質が得られる。また、左右方向に傾けたときの視角特

性は、数値上では従来と変わらないが、目視時は上下視野角の成分が含まれるので、従来より広く見える。

【0121】本発明の第2の実施例では、好ましくは第1の基板1の第1の非線形抵抗素子5と第2の非線形抵抗素子7の上、あるいは第1の基板1の第1の非線形抵抗素子5と第2の非線形抵抗素子7と第1の表示電極6と第2の表示電極8の上に、スパッタリング法を用いて厚さ0.1から0.5μmの2酸化シリコンや酸化タンタルの絶縁膜を設ける。この絶縁膜は、第1の非線形抵抗素子5と第2の非線形抵抗素子7と液晶13の相互作用を取り除く役割をもつ。このことで、焼き付き現象が低減し、さらに高品質の表示画像を提供することができる。

【0122】本発明の第2の実施例では、1画素を2組の非線形抵抗素子と表示電極で構成したが、3組以上の非線形抵抗素子と表示電極で構成することも可能である。

【0123】本発明の第2の実施例では、第1の非線形抵抗素子5と第2の非線形抵抗素子7で、第2の電極4の線幅は3μmと同一にして、第1の電極2の線幅を3μmと4μmとに変化させたが、第1の電極2の線幅寸法は3μmと同一にして、第2の電極4の線幅寸法を3μmと4μmに変化させても、まったく同一の効果が得られる。

【0124】また、第1の非線形抵抗素子5と第2の非線形抵抗素子7で、第1の電極2の線幅と第2の電極4の線幅との両方を変化させることも可能である。第1の電極2と第2の電極4との両電極の線幅を変えることにより、第1の非線形抵抗素子5と第2の非線形抵抗素子7の面積を大きく変化させることが可能となる。

【0125】また、第1の表示電極6と第2の表示電極8の面積を変え、しかも第1の非線形抵抗素子5と第2の非線形抵抗素子7との面積を変えることも可能である。このとき、第1の表示電極6の面積を第2の表示電極8より大きくし、第1の非線形抵抗素子5の面積は第2の非線形抵抗素子7より小さくする。

【0126】本発明の液晶表示装置は従来例よりも、容量比を大きく変えることができるようになり、第1の表示電極6と第2の表示電極8との電圧差を大きくすることができるようになる。

【0127】さらに、従来例と同一の容量比差であれば、第1の表示電極6と第2の表示電極8との面積差、および第1の非線形抵抗素子5と第2の非線形抵抗素子7との面積差を小さくできる。このため、フォトエッチング工程におけるオーバーエッチングやアンダーエッチングが生じても、第1の表示電極6と第2の表示電極8の電圧差の変動は少なく、一定の表示特性を得られる。

【0128】

【発明の効果】以上の説明で明らかなように、本発明の液晶表示装置の構成を用いることにより、充分な正面の

コントラストもしながら、かつ前後方向の視角特性が改善し、中間調表示の反転も起きにくく、しかも高コントラスト広視角特性のMIM方式の液晶表示装置を提供することができる。

【0129】さらに、フォトエッチング工程でのオーバーエッチングやアンダーエッチングがあっても、複数の表示電極の駆動電圧差があまり変化せず、常に一定の表示特性が得られ、安定した表示特性の液晶表示装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例における液晶表示装置を示す平面図である。

【図2】本発明の第1の実施例における液晶表示装置を示す断面図である。

【図3】本発明の第2の実施例における液晶表示装置を示す平面図である。

【図4】本発明の第2の実施例における液晶表示装置を示す断面図である。

【図5】液晶表示装置を前方向に40°傾けときの印加電圧と透過率との関係を示すグラフである。

【図6】従来例における液晶表示装置を示す平面図であ

る。

【図7】従来例における液晶表示装置を示す断面図である。

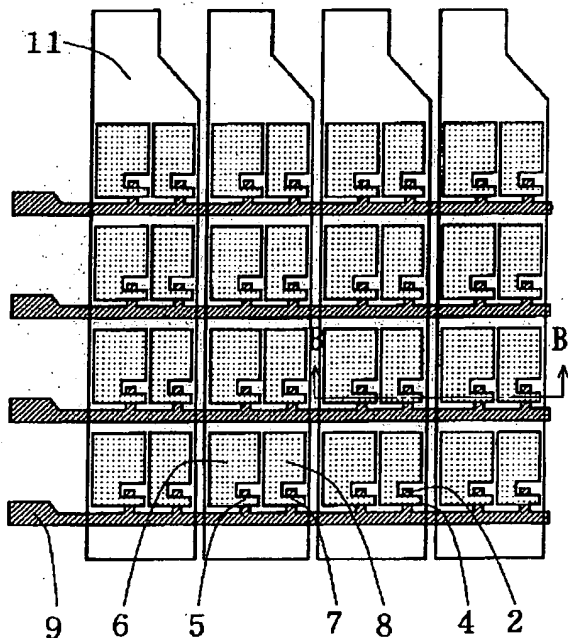
【図8】液晶表示装置の前後方向の視角特性を説明するための印加電圧と透過率との関係を示すグラフである。

【図9】従来例における液晶表示装置を示す平面図である。

【符号の説明】

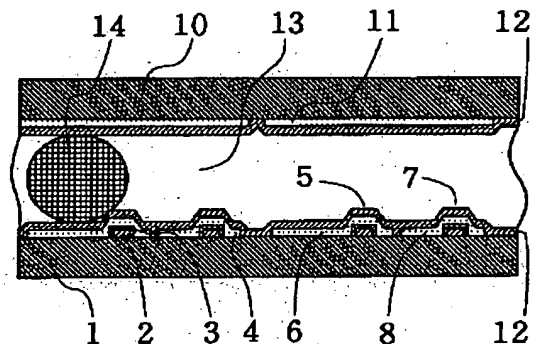
- 1 第1の基板
- 2 第1の電極
- 3 非線形抵抗層
- 4 第2の電極
- 5 第1の非線形抵抗素子
- 6 第1の表示電極
- 7 第2の非線形抵抗素子
- 8 第2の表示電極
- 9 駆動電極
- 10 第2の基板
- 11 対向電極
- 12 配向膜
- 13 液晶

【図1】



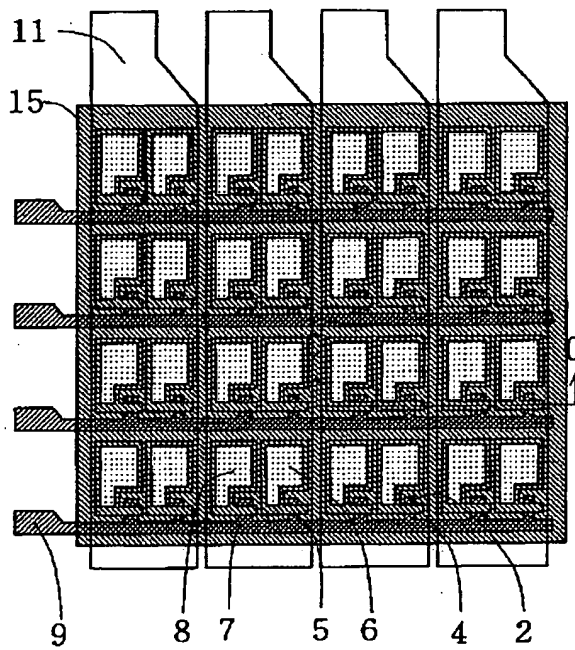
- 6 第1の表示電極
- 8 第2の表示電極
- 11 対向電極

【図2】



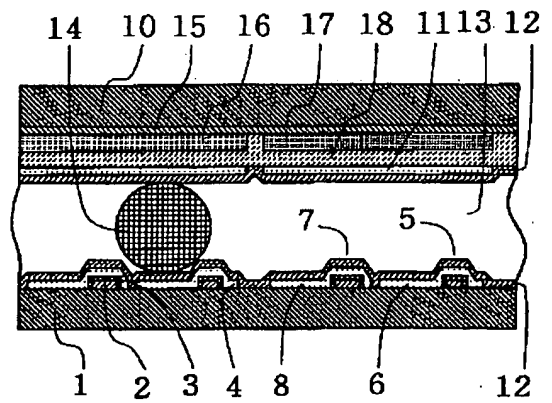
- 5 第1の非線形抵抗素子
- 6 第1の表示電極
- 7 第2の非線形抵抗素子
- 8 第2の表示電極
- 11 対向電極

【図3】



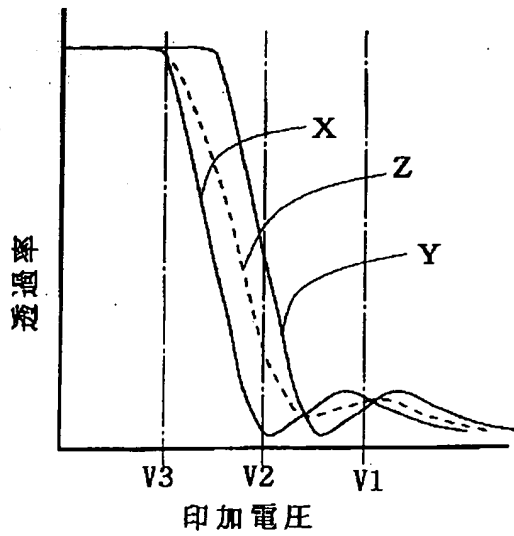
- 6 第1の表示電極  
8 第2の表示電極  
11 対向電極

【図4】

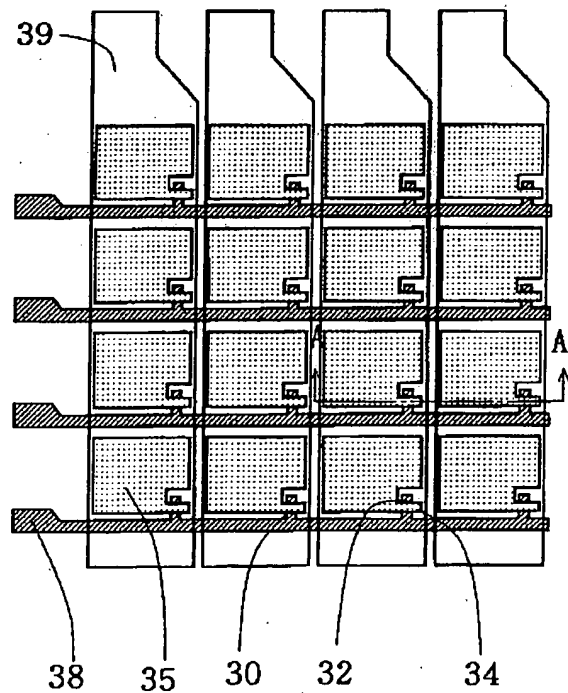


- 5 第1の非線形抵抗素子  
6 第1の表示電極  
7 第2の非線形抵抗素子  
8 第2の表示電極  
11 対向電極

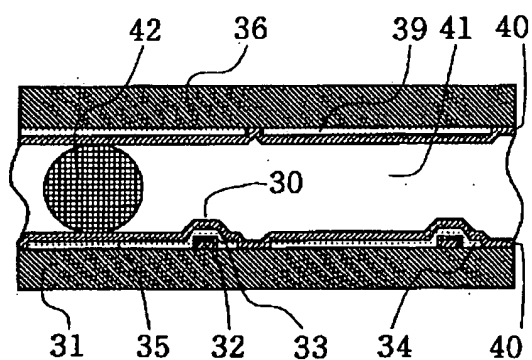
【図5】



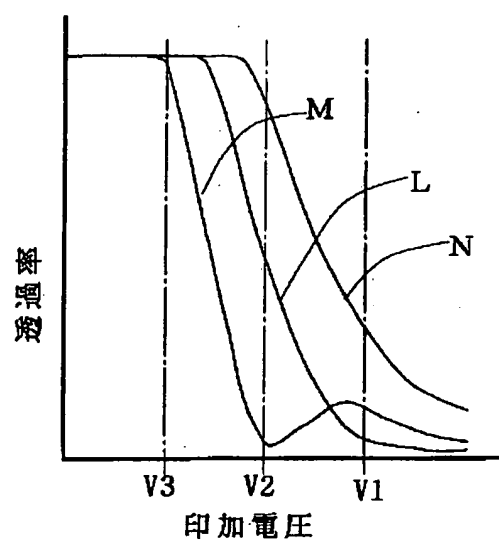
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

